

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **119 129** (13) U1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ
(51) МПК
[G01T 1/00 \(2006.01\)](#)

(12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 09.03.2016)
Пошлина: учтена за 1 год с 01.03.2012 по 01.03.2013

(21)(22) Заявка: [2012107934/28](#), 01.03.2012(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
01.03.2012

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 01.03.2012

(45) Опубликовано: [10.08.2012](#) Бюл. № 22

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, 19, УрФУ,
центр интеллектуальной собственности,
Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Шульгин Борис Владимирович (RU),
Ищенко Алексей Владимирович (RU),
Гадельшин Вадим Маратович (RU),
Шутов Олег Николаевич (RU),
Благовещенский Михаил Николаевич
(RU),
Арбузов Валерий Иванович (RU),
Дукельский Константин Владимирович
(RU),
Черепанов Александр Николаевич (RU),
Кидибаев Мустафа Мусаевич (KG),
Жеенбаев Нурбек Жаныбекович (KG)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего
профессионального образования
"Уральский федеральный университет
имени первого Президента России Б.Н.
Ельцина" (RU)

(54) СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЙ ДЕТЕКТОР

(57) Реферат:

Использование: для дистанционного мониторинга подводной радиационной обстановки.

Сущность: сцинтилляционный детектор для подводной регистрации ионизирующих излучений, включающий корпус, сцинтиблок, состоящий из сцинтилляционного датчика, размещенного в вододоступной части детектора и снабженного системой прокачки воды, световода и фотоприемного устройства, заключенных в отдельный герметичный блок, а также блок первичной обработки информации и блок передачи данных по беспроводной линии связи, причем сцинтилляционный датчик выполнен в виде скрученного в форме пружины пучка сцинтиллирующих волокон.

Технический результат: повышение сцинтилляционной эффективности детектора при проведении дистанционного мониторинга подводной радиационной обстановки.

Полезная модель относится к области сцинтилляционных детекторных устройств, предназначенных для подводной регистрации ионизирующих излучений от потенциально опасных подводных объектов, в том числе затонувших подводных

лодок и судов с атомными энергетическими установками. Полезная модель детектора пригодна для решения задач подводного радиационного мониторинга (включая дистанционный мониторинг) подводной радиационной обстановки прибрежных морских зон, крупных озер, водохранилищ и других водоемов с использованием различных носителей в виде плавсредств: яхты, плоты, катера, включая радиоуправляемые катера и радиобуи, а также для подводного радиационного мониторинга водоемов селитебных (жилых) зон, включая водозаборные каналы и колодцы с питьевой водой, пригодна для поиска и обнаружения мест несанкционированного сброса в водоемы радиоактивных веществ и отходов, для радиационного мониторинга вод, используемых в атомной промышленности, и других вод техногенного происхождения, а также для подводного радиационного мониторинга радона ^{222}Rn и его дочерних альфа-излучающих продуктов распада: ^{218}Po , ^{214}Po , ^{210}Po , ^{214}Bi в радонсодержащих водных источниках.

Большинство известных сцинтилляционных детекторов излучений, состоящих из сцинтилляционных датчиков и фотоприемных устройств, заключенных в светонепроницаемый корпус (Б.В.Шульгин, А.Н.Черепанов, Д.Б.Шульгин. / Новые детекторные материалы и устройства. М., Физматлит. 2009. 360 с.; Б.В.Шульгин, А.Н.Черепанов, Л.В.Викторов и др. / Новые оптические материалы и устройства. Патентные разработки Уральского федерального университета. Справочник (320 технических решений). Екатеринбург.: УрФУ, 2011. 691 с.) не являются герметичными устройствами, поскольку они предназначены для эксплуатации в атмосфере воздуха, и по этой причине не пригодны для осуществления радиационного мониторинга подводной радиационной обстановки, особо в случаях, когда требуется непосредственный контакт сцинтиллятора с анализируемой водной средой.

Известен сцинтилляционный детектор, разработанный фирмой Митцубиси для подводной регистрации гамма-излучения (пат. США №5434415, МПК G01T 1/20, 1/203 от 18.07.1995), содержащий два полуцилиндрических, прижатых друг к другу сцинтиллятора, выполненных из кристаллов NaI-Tl, образующих сцинтиблок с полым внутренним каналом с размещенным в канале люминесцентным волоконным световодом-смесителем спектра, сочетанным с волоконным световодом и фотоприемным устройством. Однако известный сцинтилляционный детектор, предназначенный для работы в водяной защите ядерного реактора и располагаемый в водной среде на удалении от верха активной зоны реактора на расстояниях от 0 до 6,5 метров, пригоден для регистрации только гамма-излучения и не пригоден для подводной регистрации альфа-излучения радона и других альфа-активных изотопов, поскольку сенсорные элементы сцинтилляционного датчика известного детектора находятся в водонепроницаемой оболочке и не имеет непосредственного контакта с анализируемой средой, тем более, что кристаллы NaI-Tl в водной среде немедленно растворяются.

Известен трековый детектор для обнаружения и регистрации радона (М.В.Жуковский, И.В.Ярмошенко, Радон: Измерение, дозы, оценка риска. Екатеринбург. УрО РАН, 1977. 231 с.; Р.Б.Термечикова, М.В.Жуковский, М.М.Кидибаев. Закономерности накопления радона в жилых помещениях Иссик-Кульской области. Межвуз. сб. науч. трудов. Проблемы спектроскопии и спектрометрии. Екатеринбург. УГТУ-УПИ, 2002. Вып.11, с.97-105). Недостатком интегральных трековых детекторов, применяемых для регистрации радона, является большое время экспозиции, большое время накопления информации - не менее 1-3 месяцев; такой детектор является накопительным, запоминающим детектором, он не может работать в режиме реального времени.

Известна детектирующая система - станция для дистанционного мониторинга подводной радиационной обстановки (патент РФ на полезную модель №101204 от 10.01.2011. Станция для дистанционного мониторинга подводной радиационной обстановки. / А.Ю.Казеннов, В.З.Кранц, О.Н.Кузнецов, А.И.Лайкин, Д.Б.Островский МПК G01T 1/20; H04B 13/00, опубл. 10.01.2011, бюл. №1). Среди контролируемых полей излучений авторами известной станции радиационного мониторинга основное внимание уделено регистрации и контролю гамма-излучения. В патенте в качестве детектора излучения используют гамма-спектрометр. Однако чувствительный элемент гамма-спектрометра не может иметь непосредственного контакта с водной средой, поэтому известная станция дистанционного мониторинга подводной радиационной обстановки, будучи заключенной, как и весь гамма-спектрометр в герметичный корпус, совершенно не пригодна для регистрации альфа-излучения радона и продуктов его распада.

Наиболее близким к заявляемому является сцинтилляционный детектор для подводной регистрации ионизирующих излучений (патент РФ на полезную модель

№RU 112449 U1. Сцинтилляционный детектор. МПК G01T 1/20. Б.В.Шульгин, А.В.Ищенко, О.Н.Шутов, М.Н.Благовещенский, В.И.Арбузов, К.В.Дукельский, А.Н.Черепанов, В.М.Гадельшин, М.М.Кидибаев, Н.Ж.Жеенбаев, В.Н.Чурманов), который включает корпус, сцинтиблок, состоящий из сцинтилляционного датчика, соединенного через световод с фотоприемным устройством, а также блоки обработки и последующей передачи информации по беспроводной линии связи, причем световод и фотоприемное устройство заключены в отдельном герметичном блоке, размещенном внутри корпуса детектора, а сцинтилляционный датчик выполнен в виде одной или нескольких модульных сборок, состоящих из набора разделенных зазорами тонких сцинтиллирующих пластин, причем сцинтилляционный датчик размещен в вододоступной части детектора. Сцинтилляционные пластины имеют толщину 0,8-1,5 мм, ширину 8-15 мм, длину 100-200 мм и более. В известной модели сцинтилляционного детектора сенсорные элементы сцинтилляционного датчика имеют прямой контакт с анализируемой водной средой. Однако общая площадь поверхности сенсорных сцинтиллирующих пластин, контактирующих с водной средой и способных воспринимать и регистрировать короткопробежные альфа-частицы, наряду с другими видами радиации, невелика, вследствие чего известный сцинтилляционный детектор обладает невысокой сцинтилляционной эффективностью.

Задачей полезной модели является разработка сцинтилляционного детектора с повышенной сцинтилляционной эффективностью, содержащего сенсорные элементы, имеющие прямой контакт с анализируемой радиоактивной водной средой, пригодного для подводной регистрации контролируемых альфа-, и бета-, гамма- и нейтронного излучений и для дистанционного мониторинга подводной радиационной обстановки, создаваемой этими видами излучения.

Задача решается за счет того, что сцинтилляционный детектор для подводной регистрации ионизирующих излучений, включающий корпус, сцинтиблок, состоящий из сцинтилляционного датчика, размещенного в вододоступной части детектора, световода и фотоприемного устройства, заключенных в отдельный герметичный блок, а также блок первичной обработки информации и блок передачи данных по беспроводной линии связи, имеет сцинтилляционный датчик нового типа, выполненный в виде скрученного в форме пружины пучка сцинтиллирующих волокон.

Сцинтиллирующие волокна имеют непосредственный контакт с анализируемой водной средой и из-за повышенного отношения рабочей площади поверхности (чувствительной к короткопробежному альфа-излучению) к объему сенсорного элемента обеспечивают повышенную эффективность регистрации излучений.

Схема предлагаемой полезной модели сцинтилляционного детектора приведена на Фиг.1. Детектор содержит размещенный в вододоступной части детектора сцинтилляционный датчик 1, выполненный в виде скрученного в форме пружины пучка сцинтиллирующих волокон диаметром от нескольких десятков до нескольких сотен микрон (от 15 до 200 штук и более в пучке), размещаемых в водной среде. Пучок волокон закреплен тонким чехлом, Фиг.1, либо скреплен редкой проволоочной сеткой, Фиг.2, для обеспечения повышенной вододоступности каждого волокна. Торцы волокон со стороны водозаборной части снабжены отражателем света для увеличения светосбора. С помощью световода 2, сцинтилляционный датчик соединен с фотоприемным устройством 3, находящемся в отдельном прочном герметичном блоке 4, расположенном внутри корпуса детектора 5. Корпус детектора 5 и герметичный блок 4 имеют общую верхнюю крышку. На верхней крышке корпуса имеется клапан 6 для подачи воздуха из баллона со сжатым воздухом (баллон на Фиг.1 не показан), держатель гибкого трубопровода для подачи воздуха 7 с каналом для кабеля 8 (кабеля для обеспечения работы блока питания и блока первичной обработки информации, а также для обеспечения работы блока передачи информации с помощью беспроводной линии связи (эти блоки на Фиг.1 не показаны). Кабель заведен в герметичный блок через герметичный патрубок 9. Между герметичным блоком и корпусом детектора имеется зазор, в который может поступать воздух через клапан 6 из баллона со сжатым воздухом. Корпус детектора снабжен крышкой 10 с боковыми отверстиями 11 для забора воды через центральную горловину 12 и фильтр для очистки воды от мелкого мусора, располагаемый на дне 13 нижней крышки 10 (фильтр на Фиг.1 не показан).

Схема крепежа сцинтиллирующих волокон в пучке, обеспечивающая их повышенную вододоступность, приведена на Фиг.2. Такое крепление волокон используется при регистрации короткопробежных альфа- и мягкого бета-излучения. Техногенные и природные воды, содержащие радиоактивные изотопы омывают наружные поверхности волокон и проникают в зазоры между волокнами.

Вид материала сцинтиллирующих волокон выбирают в зависимости от вида контролируемого излучения. Для контроля альфа-, бета-, или гамма- излучения и тепловых нейтронов в настоящей разработке сенсорные элементы сцинтиллирующего датчика изготовлены из тонких стеклянных волокон $\text{Li}_2\text{O-MgO-SiO}_2\text{:Ce}$ (для нейтронов с повышенным содержанием изотопа ^6Li) диаметром от нескольких десятков до нескольких сотен микрон. Для регистрации гамма-излучения в качестве сенсорных элементов сцинтилляционного датчика можно использовать любые достаточно гибкие сцинтилляционные волокна, чувствительные к гамма-излучению, например, сцинтилляционные кристалловолокна ортогерманата висмута $\text{Bi}_4\text{Ge}_3\text{O}_{12}$ (их использование для случая воздушной среды описано в патенте РФ №2262722) или на основе галогенидов серебра (патент РФ №2154290), последние пригодны также для регистрации альфа- и электронного излучения. Для регистрации быстрых нейтронов возможно использование волокон, изготовленных из водостойких пластиков.

В качестве сцинтилляционных сенсорных материалов могут быть использованы и другие устойчивые в водной среде сцинтилляторы, для которых отлажена технология их получения в виде стекло- или кристалловолокон, например, могут быть использованы недавно полученные (2011 год) кристалловолокна на базе литий-гадолиниевых и литий иттриевых боратов. Они пригодны для регистрации альфа-, гамма- и нейтронного излучения с достаточно высоким абсолютным световыходом - до 19 фотон/кэВ. (T.S.Koroleva, M.M.Kidibaev, C.Pedrini, K.Lebbou, A.N.Belsky, A.N.Tcherepanov, A.V.Ischenko, V.Yu.Ivanov, I.N.Sedunova, O.S.Teslenko, L.V.Victorov, B.V.Shulgin. Characterization of Ce-doped borates fibers grown by μ -PD method. Проблемы спектроскопии и спектрометрии. Вузовско-академический сборник научных трудов. 2011, вып 28, с.109-121).

Предлагаемая модель сцинтилляционного детектора работает в двух режимах: без прокачки воды и с прокачкой воды (в виде процедур вытеснения анализируемой воды из сцинтилляционного датчика с помощью сжатого воздуха и заполнение той же водной части сцинтилляционного датчика водой при отключении действия сжатого воздуха). В обоих случаях предварительные фоновые измерения радиации проводят при погружении сцинтилляционного детектора в бак с чистой водой, с которой имеют непосредственный контакт сенсорные элементы сцинтилляционного датчика: пучка сцинтиллирующих волокон, скрученного в виде пружины. Результаты фоновых измерений обрабатываются в блоке обработки первичной информации и запоминаются.

Пучок сцинтиллирующих волокон в предлагаемой модели сцинтилляционного детектора, закрученный в виде пружины, может быть расположен как в нижней вододоступной части детектора, Фиг.1, так и в верхней (расширенной для этого случая) вододоступной части детектора, Фиг.2 (обозначения те же, что и для схемы на Фиг.1). Для детектора, представленного на Фиг.2, верхняя крышка и герметичный патрубок 9 для крепежа (под номером 9 патрубок обозначен как на Фиг.1, так и на Фиг.2.) имеют другую форму, а пучок сцинтиллирующих волокон расположен вокруг герметичного блока, в который заключен фотодетектор. Особенностью конструкции детектора, Фиг.3. является то, что оба конца пучка сцинтиллирующих волокон одновременно подключены через световод к фотоприемному устройству, что повышает светосбор, но усложняет конструкцию. Работа и управление предлагаемого сцинтилляционного детектора для вариантов, приведенных на Фиг.1 и Фиг.2., идентичны. Режимы работы детектора рассмотрены ниже.

Режим 1. Работа сцинтилляционного детектора в режиме без дополнительной прокачки анализируемой водной среды через сцинтилляционный датчик).

После фоновых измерений с использованием бака с чистой водой для проведения измерений в анализируемой водной среде сцинтилляционный детектор доставляют на водном носителе, например, на лодке, плоту, на обычном или радиоуправляемом катере к точке (зоне) контроля и размещают в зоне радиационного контроля водной среды с помощью кабеля-троса на определенной глубине (от одного до нескольких метров или до нескольких десятков метров). Анализируемая водная среда поступает в зазоры между волокнами сцинтилляционного датчика благодаря водозаборным боковым отверстиям 11 в нижней крышке 10 наружного корпуса устройства. Крышка 11 с отверстием 12 и горловиной 13 играет также роль лабиринта для предотвращения прямого попадания света на элементы сцинтиблока.

Сцинтилляционный датчик 1 - пучок сцинтиллирующих волокон скрученных в виде пружины (из четырех-пяти витков, Фиг.1, или 8-9 витков, Фиг.2) из материалов, чувствительных к соответствующему виду контролируемых излучений, регистрирует контролируемые виды излучения. Под действием излучения радиоизотопов,

находящихся в анализируемой водной среде, непосредственно контактирующей с сенсорными элементами (волокнами) сцинтилляционного датчика, в сенсорных элементах возникают сцинтилляции, которые через общий световод 2 поступают на фотоприемное устройство 3. Для случая ${}^6\text{Li}$ -силикатного стекла сцинтилляции имеют длительность 60-80 нс и обладают максимумом спектра свечения 390-400 нм. Для улучшения светосбора торцы сцинтиллирующих волокон для варианта, приведенного на Фиг.1, не связанные со световодом, покрывают зеркальным отражателем. Для варианта, приведенного на Фиг.3, зеркальные отражатели не требуются. Фотоприемное устройство состоит из фотоэлектронного умножителя, или из PIN-фотодиодной или ПЗС-матрицы, причем спектральная чувствительность фотоприемного устройства согласована с максимумом спектра свечения сенсорного сцинтилляционного элемента. Сигналы с фотоприемного устройства с помощью кабеля 8 передаются на блок первичной обработки информации, где уровень регистрируемой радиации сравнивается с фоновым уровнем, полученным для чистой воды. Далее по беспроводной линии связи для обеспечения контроля в режиме реального времени информация передается на удаленный блок сбора и конечной обработки информации или на интегрированную геоинформационную систему контроля радиационной обстановки. При использовании в качестве носителей штатных сторожевых катеров и яхт блоки контроля могут располагаться непосредственно на этих носителях.

Равновесие радона ${}^{222}\text{Rn}$ с продуктами его распада наступает через 3-4 часа после начала измерений, это обстоятельство необходимо учитывать при определении продолжительности измерений. Время измерения должно быть достаточным для обеспечения повышенной эффективности регистрации радона (В.В.Гузенко, В.Т.Дубинчук. Изотопы радия и радон в природных водах. М. Наука. 1987. 159 с).

Режим 2. Работа сцинтилляционного детектора в режиме с дополнительной прокачкой анализируемой водной среды через сцинтилляционный датчик.

Такой режим необходим при анализе радона в водных средах или при радиационном мониторинге водных сред с невысоким содержанием радиоактивных изотопов. Реализация режима 2 в плане использования сенсорных элементов и обработки информации аналогична реализации режима 1, однако имеет свои особенности. Прокачку анализируемой водной среды через сцинтилляционный детектор проводят путем вытеснения анализируемой воды из сцинтилляционного датчика с помощью сжатого воздуха и заполнение той же вододоступной части сцинтилляционного датчика водой (при отключении действия сжатого воздуха) с помощью регулировочного клапана 6.

Процедуру вытеснения воды из пространства, связанного с волоконными сцинтилляторами, и заполнения этого же пространства анализируемой водой проводят при необходимости несколько раз при анализе содержания радона ${}^{222}\text{Rn}$ и дочерних продуктов его распада ${}^{218}\text{Po}$, ${}^{214}\text{Po}$, ${}^{210}\text{Po}$ и ${}^{214}\text{Bi}$ в анализируемой водной среде.

Равновесие радона ${}^{222}\text{Rn}$ с продуктами его распада наступает через 3-4 часа после начала измерений, это обстоятельство, как и при работе в Режиме 1, необходимо учитывать для обеспечения повышенной эффективности регистрации радона и продуктов его распада.

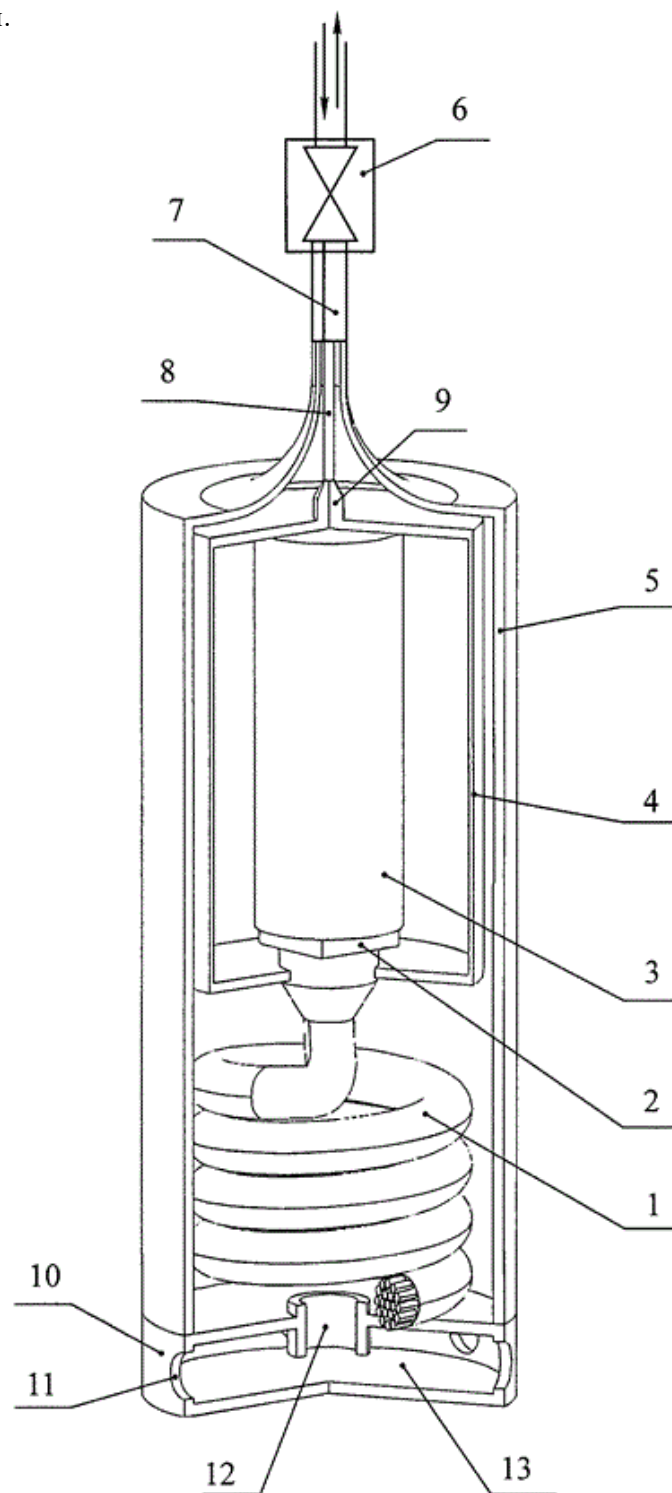
Предлагаемая полезная модель сцинтилляционного детектора для подводных измерений обеспечивает технический результат: повышение сцинтилляционной эффективности регистрации на 30-35% при дистанционном мониторинге подводной радиационной обстановки.

Предлагаемая полезная модель сцинтилляционного детектора может также работать и в воздушной среде, то есть в режиме, характерном для большинства сцинтилляционных детекторов. Для обеспечения такого режима вместо рабочей нижней крышки с отверстиями для забора воды используют запасную крышку без отверстий для забора воды.

Формула полезной модели

Сцинтилляционный детектор для подводной регистрации ионизирующих излучений, включающий корпус, сцинтиллятор, состоящий из сцинтилляционного датчика, размещенного в вододоступной части детектора и снабженного системой прокачки воды, световода и фотоприемного устройства, заключенных в отдельный герметичный блок, а также блок первичной обработки информации и блок передачи данных по беспроводной линии связи, отличающийся тем, что сцинтилляционный

датчик выполнен в виде скрученного в форме пружины пучка сцинтиллирующих волокон.



ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

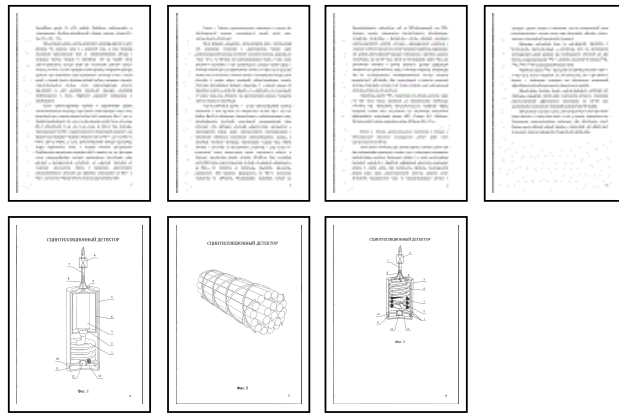
Реферат:



Описание:



Рисунки:



ИЗВЕЩЕНИЯ

ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

Дата прекращения действия патента: **02.03.2013**

Дата публикации: [27.12.2013](#)